

## **Inovação tecnológica na agricultura: proposição de indicadores de acordo com as publicações científicas**

Mônica Cristine Scherer Vaz (UTFPR) [monicavaz@alunos.utfpr.edu.br](mailto:monicavaz@alunos.utfpr.edu.br)

Alcione Lino de Araújo (IFMA/UTFPR) [alcionelino@hotmail.com](mailto:alcionelino@hotmail.com)

Bethânia Ávila (UTFPR) [rodriguesbethania@yahoo.com](mailto:rodriguesbethania@yahoo.com)

Leomara Batisti Telles (IFPR/UTFPR) [leomara.battisti@ifpr.edu.br](mailto:leomara.battisti@ifpr.edu.br)

Juliana Vitória Messias Bittencourt (UTFPR) [julianavitoria@utfpr.edu.br](mailto:julianavitoria@utfpr.edu.br)

### **Resumo:**

Institutos de pesquisa, Instituições de Ensino e empresas privadas têm dispendido um crescente esforço com o objetivo de estimular e gerar tecnologias para o desenvolvimento agrícola. Este trabalho visa avaliar as tecnologias que estão sendo desenvolvidas para o agronegócio, publicadas em um dos maiores congressos do Brasil nessa área, propondo novos indicadores para comporem um modelo de mensuração de Capacidade Tecnológica existente. Para o desenvolvimento desta pesquisa foi realizada a Coleta dos Dados de artigos publicados nos Anais do Evento SBIAgro de 2013 à 2017, realizada a categorização das áreas de aplicação dessas tecnologias e por fim uma análise das fases de produção agrícola que estão sendo mais estudadas. As cinco áreas de aplicação que representam quase 50% das publicações nos últimos três congressos são: a) Aplicativos / Sistemas; b) Processamento de Dados; c) Modelagem e simulação; d) Automação; e e) Sistemas Inteligentes. Foi possível identificar que essas tecnologias estão concentradas para um melhoria do controle fitossanitário / plantas daninhas, Manejo do Solo e Gestão da produção. O desafio é evoluir para que essas tecnologias chegam ao campo, desde o pequeno ao grande produtor. Para isso, um modelo de mensuração de capacidade tecnológica poderá trazer uma visão real de onde estamos e o que queremos alcançar em termos de desenvolvimento tecnológico.

**Palavras chave:** Tecnologias no Agronegócio, Agricultura Digital, Soluções tecnológicas no campo

## **Technological innovation in agriculture: proposition of indicators according to scientific publications**

### **Abstract:**

Research institutes, educational institutions and private companies have spent an increasing effort to stimulate and generate technologies for agricultural development. This job aims to evaluate the technologies that are being developed for agribusiness, published in one of the major congresses in Brazil in this area, proposing new indicators to compose a model of measurement of existing technological capacity. For the development of this research, Data Collection of articles published in the Annals of the SBIAgro Event from 2013 to 2017, categories of application of these technologies and finally an analysis of the production phases which are being studied more. The five areas of application accounting for almost 50% of publications in the last three congresses are: a) Applications / Systems; b) Data Processing; c) Modeling and simulation; d) Automation; e) Intelligent Systems. It was possible to identify technologies are concentrated for improved phytosanitary / weed control, Soil Management and Production Management. The challenge is to evolve as these technologies reach the field, from small to large producer. For this, a model of capacity measurement technology can bring a real vision of where we are and what we want to achieve in terms of technological development.

**Keywords:** Technologies in Agribusiness, Digital Agriculture, Technological solutions in the field.

## 1. Introdução

Assim como em qualquer área de produção, no agronegócio, a cadeia do desenvolvimento está baseada no uso de tecnologias. Em seu trabalho desenvolvido para avaliar o desenvolvimento tecnológico de empresas com economias em crescimento, Figueiredo (2005) descreve situações em que, mesmo com a utilização de equipamentos avançados e técnicos altamente qualificados, algumas empresas não conseguem inovar e nem melhorar seu desempenho técnico, e isso deve-se à falta de organização para integrar o conhecimento tácito à essas tecnologias e práticas de produção. Da mesma forma, trazendo para o contexto da agricultura, pode-se fazer um comparativo com as situações em que determinada tecnologia está disponível e consolidada, mas enfrenta resistência por parte do produtor quanto à sua utilização. Nesses casos, essa tecnologia, se compor o modelo de mensuração da capacidade tecnológica, poderá servir de ferramenta para que metas sejam definidas e alcançadas.

Diversos autores consideram aspectos diferentes dentro do processo de produção para compor o índice de capacidade tecnológica. Para Mori (2014), a capacidade tecnológica é descrita pela capacidade de uma empresa absorver, usar, adaptar, gerar, desenvolver, transferir e difundir tecnologias utilizando mecanismos por ela implementados.

Nos contextos existentes no agronegócio, pode-se entender que as tecnologias disponíveis e utilizadas para um grande produtor, pode ser as mesmas que as utilizadas pelo pequeno produtor, somente em escalas diferentes, ou podem sofrer uma adequação que, se considerada igualmente para todos, não nos trará um indicador confiável. Segundo relatório anual do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, as condições favoráveis encontradas no Brasil como recursos naturais e uso de tecnologias avançadas, asseguram uma vantagem em sua capacidade de produção, credenciando o País como um dos principais supridores da demanda mundial por alimentos e matérias-primas agropecuárias (MAPA, 2014).

O acompanhamento mensal da produção de grãos no Brasil, realizado pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2016), para a Safra 2016/2017, estima um aumento de 13% na produtividade com relação à safra anterior, aproximando dos 210 milhões de toneladas. Se compararmos os dados da produção de grãos, nos últimos 20 anos, houve um aumento de 186%. Em termos de área utilizada para produção foi estimado um aumento de no máximo 2,3% no último ano, sendo possível observar que, no mesmo período de 20 anos, o crescimento da área utilizada para produção cresceu 58%. Se o aumento da produção não pode ser proporcional ao aumento da área plantada, todo o investimento em pesquisas e inovações que aprimorem ou desenvolvam novas tecnologias, tornam-se essenciais para manter esse crescimento.

Os padrões tecnológicos da agricultura mundial estão sendo alterados pela introdução de novas tecnologias que resultam dos estudos científicos, segundo um estudo da EMBRAPA. Foi lançado em 2013 o Sistema de Inteligência Estratégica da Embrapa, denominado ‘Agropensa’, que realizou um estudo envolvendo mais de 200 profissionais da área visando consolidar as tendências e ideias relevantes para o desenvolvimento tecnológico da agropecuária nas próximas duas décadas (EMBRAPA, 2014). Esse estudo indicou uma linha de tendência em inovações e uso de tecnologias de última geração como automação dos processos agroindustriais, adoção da agricultura de precisão tratando cada talhão como suas características peculiares, uso de sensores em sistemas agrícolas, uso de sistemas de apoio à tomada de decisão para monitoramento e previsão de riscos na produção, intensificação no

uso de sistemas de rastreabilidade, georreferenciamento, uso de técnicas de processamento de imagens para detecção de doenças, entre outros.

A agricultura familiar com a produção orgânica e agroecológica teve uma abordagem visando garantir que os conhecimentos adquiridos e utilizados sejam reorganizados conforme as peculiaridades dessa agricultura, apoiando a definição de estratégias específicas. Exemplos das tendências que devem ocorrer para agregar valor aos produtos da agricultura familiar, orgânica e agroecológica pela agroindústria são: fortalecimento do manejo sustentável dos recursos, desenvolvimento de modelos viáveis para cadeias curtas de comercialização e promoção do acesso de máquinas e equipamentos adequados para a agricultura familiar.

É possível dividirmos o uso e adoção das tecnologias no processo de produção, assim como, para o planejamento e gestão desse processo. Com uma gestão eficiente é possível gerar indicadores de desempenho, definir pontos críticos no processo e até mesmo, acompanhar se os objetivos estão sendo alcançados e definir as metas. Neste ponto, a criação de mecanismos para medir a capacidade tecnológica que uma determinada propriedade possui ou consegue absorver, pode apoiar o planejamento dos produtores e demais agentes da cadeia de produção. O diagnóstico do estado da Capacidade Tecnológica é uma peça chave para implementação de ações de melhorias que permitam a estruturação de processos tecnológicos ajustados, a construção de habilidades faltantes.

No caderno de tendências tecnológicas para a agricultura brasileira lançado pela Embrapa para o período de 2014 a 2034, (EMBRAPA, 2014), é visível a percepção do esforço em pesquisas visando evoluir os processos de produção para garantir competitividade com sustentabilidade no futuro, mesmo reconhecendo os avanços até agora alcançados. Segundo esses pesquisadores, a agricultura no Brasil será desafiada por transformações substanciais nas próximas décadas, nos pilares tecnológicos, econômicos, sociais e ambientais. Algumas características demográficas e climáticas sinalizadas nesse trabalho justificam avanços nos processos de produção agropecuária, como: envelhecimento da população, migração das áreas rurais para os grandes centros, mudanças climáticas que dificultam previsões mais acertadas, aumento no paradigma de prevenção de doenças e males decorrentes de alimentação inadequada pela população que busca cada vez melhor qualidade de vida e exigências específicas de outros mercados que importam produtos do Brasil. Esses avanços serão possíveis através de uma evolução constante em pesquisas e desenvolvimento de tecnologias para todas as fases do ciclo de produção agrícola.

Neste sentido, este trabalho visa avaliar as tecnologias que estão sendo desenvolvidas para o agronegócio, publicadas em um dos maiores congressos do Brasil nessa área, propondo novos indicadores para comporem um modelo de mensuração de Capacidade Tecnológica existente.

## **2. Metodologia**

Sob o ponto de vista do objeto, será realizada uma pesquisa bibliográfica de natureza básica, visto que propõe o levantamento das tecnologias aplicadas ao agronegócio publicadas em um determinado período. Quanto à abordagem do problema, é de natureza predominantemente qualitativa, através da classificação das aplicações nas fases de produção. Sob o ponto de vista dos seus objetivos, trata-se de uma pesquisa descritiva, que segundo Vergara (2004) pode revelar características de determinado fenômeno.

Sendo o Congresso Brasileiro de Agroinformática realizado a cada dois anos, foram avaliadas as publicações dos Anais dos 3 últimos três congressos, isso é, 2013, 2015 e 2017. O evento de 2017 será realizado no mês de outubro/2017 e assim, os anais ainda não estão disponíveis, mas a avaliação foi realizada de acordo com a relação dos artigos disponibilizada no site de evento.

A avaliação foi realizada em três etapas:

- a) Etapa 1 – Coleta dos Dados: a coleta consiste em reunir os artigos da produção técnicocientífica publicados nos Anais do Evento SBIAgro.
- b) Etapa 2 – Categorização das áreas de aplicação das tecnologias publicadas nos Anais do Evento SBIAgro.
- c) Etapa 3 – Análise da aplicabilidade das tecnologias publicadas versus fases de produção agrícola.

### 3. Resultados e discussões

O Congresso Brasileiro de Agroinformática é um dos principais eventos científicos da área de Informática aplicada à Agricultura no Brasil, realizado com o apoio da Sociedade Brasileira de Computação (SBC) (SBIAGRO, 2017). O objetivo é compartilhar os resultados alcançados nas pesquisas que envolvem o uso e desenvolvimento de tecnologias no agronegócio.

Nos últimos cinco anos, de 2013 a 2017, foram publicados 218 artigos no Congresso Brasileiro de Agroinformática – SBIAgro, sendo 59 na edição de 2013, 91 na edição de 2015 e 68 artigos aceitos para a edição de 2017, conforme Tabela 1.

| Edição/Local                      | Tema                                                                        | Artigos completos aceitos |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| SBIAgro 2013<br>(Porto Alegre/RS) | Agroinformática: Inovação para a Sustentabilidade do Agronegócio Brasileiro | 59                        |
| SBIAgro 2015<br>(Ponta Grossa/PR) | Desenvolvimento, aplicações e casos de uso de VANTs no Agronegócio          | 91                        |
| SBIAgro 2017<br>(Campinas/SP)     | Ciência de Dados na Era da Agricultura Digital                              | 68                        |

Fonte: do autor, 2017

Tabela 1 – Síntese das submissões nas edições do evento

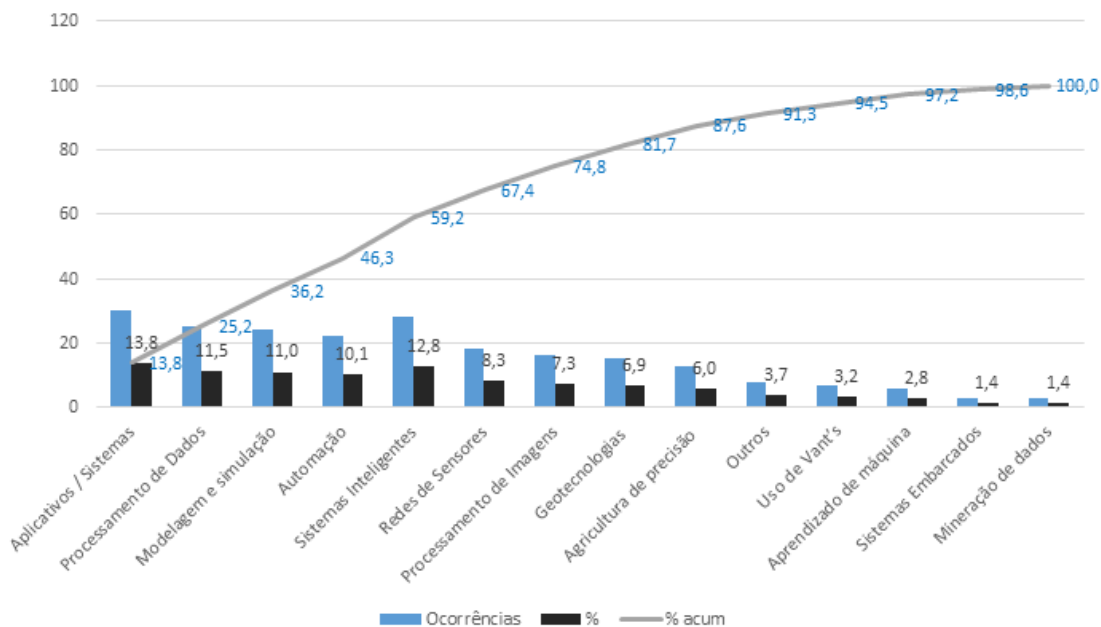
O tema central do evento é único, mas a área de aplicação das tecnologias se diferem pouco a cada edição, sendo que a área de ‘Desenvolvimento de Aplicativos / Sistemas’ é a área que mais publica artigos. A Tabela 2 mostra a distribuição das publicações por área de aplicação e por ano de edição do congresso.

| Área de aplicação          | 2013      | 2015      | 2017      | Total      |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 1.Aplicativos / Sistemas   | 11        | 8         | 11        | 30         |
| 2.Processamento de Dados   | 10        | 10        | 5         | 25         |
| 3.Modelagem e simulação    | 12        | 6         | 6         | 24         |
| 4.Automação                | 13        | 6         | 3         | 22         |
| 5.Sistemas Inteligentes    | 7         | 18        | 3         | 28         |
| 6.Redes de Sensores        | 6         | 9         | 3         | 18         |
| 7.Processamento de Imagens | -         | 8         | 8         | 16         |
| 8.Geotecnologias           | -         | 3         | 12        | 15         |
| 9.Agricultura de precisão  | -         | 13        | -         | 13         |
| 10.Outros                  | -         | -         | 8         | 8          |
| 11.Uso de Vant's           | -         | 7         | -         | 7          |
| 12.Aprendizado de máquina  | -         | -         | 6         | 6          |
| 13.Sistemas Embarcados     | -         | 3         | -         | 3          |
| 14.Mineração de dados      | -         | -         | 3         | 3          |
| <b>TOTAL</b>               | <b>59</b> | <b>91</b> | <b>68</b> | <b>218</b> |

Fonte: do autor, 2017

Tabela 2 – Categorização das publicações no Congresso Brasileiro de Agroinformática de 2013 à 2017.

As cinco áreas de aplicação que representam quase 50% das publicações nos últimos três congressos são: a) Aplicativos / Sistemas; b) Processamento de Dados; c) Modelagem e simulação; d) Automação; e e) Sistemas Inteligentes.



Fonte: do autor, 2017.

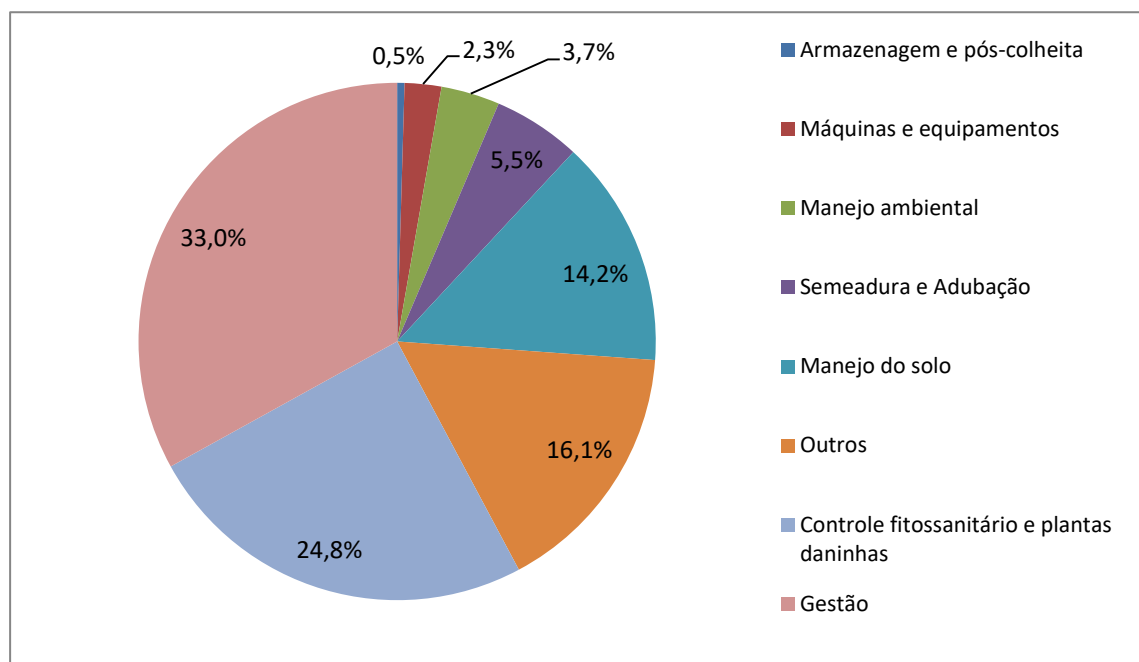
Gráfico 1 – Concentração das publicações no Congresso Brasileiro de Agroinformática de 2013 à 2017.

Algumas tecnologias desenvolvidas na área agrícola servem para apoiar o processo de tomada de decisão ao longo do tempo, pois permitem que os dados de todo o processo de produção, até a comercialização do produto final sejam devidamente registrados e analisados em relação à melhoria de produtividade, qualidade do produto, esforço de recursos humanos e tecnológicos, dentre outros aspectos. Outras tecnologias são adotadas com o objetivo efetivamente de aplicação no ciclo produtivo, como por exemplo, o Plantio Direto, instituído no Brasil em 1973, o método de cobertura morta e terraceamento visando reduzir a degradação e erosão do solo.

Um modelo de mensuração de capacidade tecnológica não pode ser estático visto a constante evolução nas pesquisas e aplicações nesse meio. Neste sentido, cabe o acompanhamento regular das evoluções, tanto das discussões para a melhoria das tecnologias aplicadas ao agronegócio, quanto dos processos de desenvolvimento e aplicação dessas tecnologias.

Vários eventos apresentando resultados de estudos no desenvolvimento de novas tecnologias no agronegócio ocorrem no Brasil. Em um desses fóruns realizado em setembro de 2017, intitulado Agronegócio Sustentável, foi tratada a importância de desenvolver essas tecnologias em parceria com os agricultores, tanto para validação da real necessidade dessa tecnologia bem como avaliação dos custos.

O consolidado da análise da aplicabilidade das tecnologias publicadas no evento versus fases de produção agrícola, é demonstrado no Gráfico 2.



Fonte: do autor, 2017.

Gráfico 2 – Percentual de publicações por área fase de produção – Publicações de 2013 à 2017.

Grande parte do esforço das pesquisas está sendo direcionado para o desenvolvimento de tecnologias que permitam um melhor controle fitossanitário e controle de plantas daninhas, totalizando 24,8% das publicações. Outra área em que as pesquisas estão avançando é a de Manejo do Solo, representando 14,2% das publicações. A área de gestão também aparece com

destaque dentre as publicações do Congresso com 33%. Dentre as tecnologias de gestão estão sendo considerados sistemas para rastreabilidade da cadeia de produção, aplicativos para precificação dos produtos, controle de dados climáticos, entre outros que não são específicos somente para uma fase.

As tecnologias categorizadas como Outros, que representa 16,1% das publicações, são aquelas desenvolvidas para o agronegócio, mas não especificamente para a cadeia de produção agrícola, mas sim para pecuária, como por exemplo, criação de ovinos, frangos, produção de leite, piscicultura e reprodução de vacas.

Na Tabela 3 as tecnologias foram classificadas de acordo com a área de aplicação versus a fase de produção à qual ela se aplica.

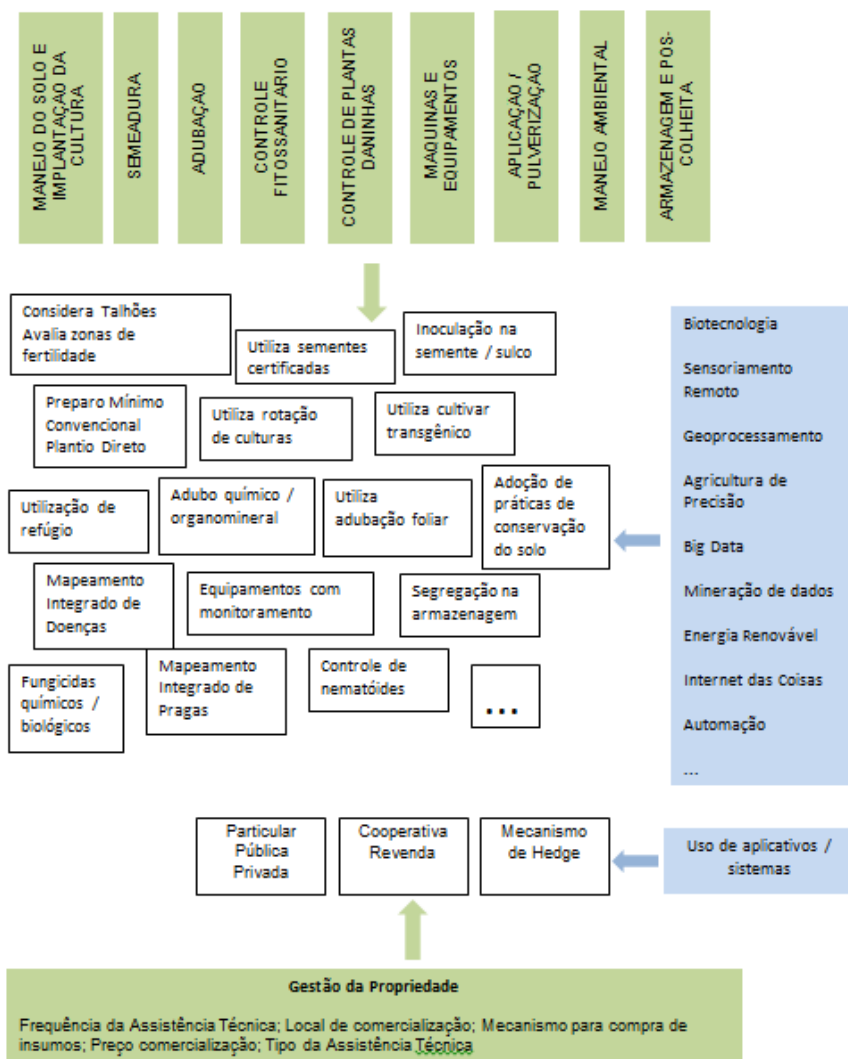
|                      | Manejo<br>do solo | Semeadura<br>e<br>Adubação | Controle<br>fitossanitário<br>e plantas<br>daninhas | Máquinas<br>e equip. | Manejo<br>amb | Armaz /<br>pós-<br>colheita | Gestão     | Outros       |
|----------------------|-------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------|---------------|-----------------------------|------------|--------------|
| 1.Aplic / Sist       | 2                 | 5                          | 9                                                   |                      |               |                             | 12         | 2            |
| 2.Proc de Dados      | 3                 | 2                          | 1                                                   |                      |               |                             | 15         | 4            |
| 3.Mod e Sim          | 2                 | 1                          | 6                                                   |                      | 1             |                             | 8          | 6            |
| 4. Automação         | 3                 | 1                          | 8                                                   |                      | 2             | 1                           | 3          | 4            |
| 5. Sist Inteligentes | 4                 | 2                          | 6                                                   |                      | 2             |                             | 8          | 6            |
| 6. Sensores          | 1                 |                            | 4                                                   | 2                    | 1             |                             | 7          | 3            |
| 7.Proc de Imagens    | 5                 | 1                          | 8                                                   |                      |               |                             | 1          | 1            |
| 8.Geotecnologias     | 5                 |                            | 4                                                   | 1                    |               |                             | 5          |              |
| 9.Agric de precisão  | 5                 |                            | 4                                                   | 1                    | 2             |                             | 1          |              |
| 10.Outros            |                   |                            |                                                     |                      |               |                             | 2          | 6            |
| 11. Uso de Vant's    | 1                 |                            | 1                                                   |                      |               |                             | 4          | 1            |
| 12. Aprend de máq    |                   |                            | 2                                                   | 1                    |               |                             | 3          |              |
| 13. Sist Embarcado   |                   |                            | 1                                                   |                      |               |                             | 2          |              |
| 14. Min. de dados    |                   |                            |                                                     |                      |               |                             | 1          | 2            |
| <b>TOTAL</b>         | <b>31</b>         | <b>12</b>                  | <b>54</b>                                           | <b>5</b>             | <b>8</b>      | <b>1</b>                    | <b>72</b>  | <b>35</b>    |
| <b>%</b>             | <b>14,2%</b>      | <b>5,5%</b>                | <b>24,8%</b>                                        | <b>2,3%</b>          | <b>3,7%</b>   | <b>0,5%</b>                 | <b>33%</b> | <b>16,1%</b> |

Fonte: do autor, 2017.

Tabela 3 – Categorização das publicações de 2013 à 2017.

Essa análise mostra a distribuição do tipo de tecnologia que está sendo desenvolvido para cada fase. Se considerarmos o 'Controle fitossanitário e plantas daninhas' é possível observar que as pesquisas estão voltadas desde processos automatizados, desenvolvimento de sensores, processamento de imagens, uso de sistemas aéreos não tripulados, dentre outras tecnologias. Esse dado reforça a importância desses congressos na disseminação das pesquisas e busca por tecnologias que estejam ao alcance de todos os produtores.

A Figura 1 mostra a proposição de junção de tecnologias já existentes em modelos de mensuração da capacidade tecnológica, como a descrita por Mori (2014) com as novas tecnologias que estão surgindo nos últimos anos.



Fonte: do autor, 2017.

Figura 1 – Aplicação das tecnologias no Agronegócio

As tecnologias nos quadros brancos são consideradas em modelos de medição de capacidade atuais, considerando as fases de produção desde o Manejo do Solo até o Armazenamento do produto.

Desenvolvimentos na área de biotecnologia, sensoriamento remoto, geoprocessamento e outros não estão mais somente no âmbito das pesquisas, mas sim, estão sendo utilizadas, ainda que na maioria das vezes, por grandes produtores. Mas, embora tenha que haver uma maior aplicação nos pequenos produtores, seja através de cooperativas ou assistência técnica de institutos especializados, essa tecnologia está cada vez mais ao alcance de todos.

#### 4. Conclusão

Com essa amostra de tecnologias que estão sendo desenvolvidas e publicadas em um dos maiores eventos na área do Agronegócio do Brasil foi possível ter uma visão para onde os esforços estão sendo direcionados nos últimos anos de pesquisa. Ademais, podemos notar o baixo número de publicações investidas nas áreas de aplicação de Sistemas Embarcados e

Mineração de Dados, enquanto destacamos o investimento em estudos para aplicação de tecnologias na área de Gestão.

Conseguir mensurar a capacidade tecnológica de um produtor, ou seja, o que efetivamente está sendo utilizado é um desafio. Muitos resultados de pesquisas ainda não chegam ao campo, seja por falta de investimento, conhecimento ou resistência à mudança. Mas, um modelo robusto, que considere as tecnologias possíveis de serem utilizadas, seja para melhoria da qualidade ou da produtividade, para redução dos custos, melhoria na gestão agrícola ou redução de impacto no meio ambiente, poderá trazer uma visão real de onde estamos e o que queremos alcançar em termos de desenvolvimento tecnológico.

## **5. Agradecimentos**

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo apoio financeiro para a realização do trabalho. Ao IAPAR pela disponibilidade dos técnicos agrícolas em responder o questionário para levantamento dos dados.

## **Referências**

**FIGUEIREDO, P. N.** “Acumulação tecnológica e inovação industrial – conceitos, mensuração e evidências no Brasil”. São Paulo em Perspectiva, v. 19, n.1, p. 54-69, 2005.

**MORI, C.** “Capacidade tecnológica: proposição de índice e aplicação a empresas do complexo agroindustrial do trigo”. Production, v. 24, n. 4, p. 787-808, 2014.

**CONAB** – Companhia Nacional de Abastecimento. *Acompanhamento safra brasileira de grãos*, v. 4, Safra 2016/17. Brasília, p. 1-164, outubro 2016.

**EMBRAPA.** *Visão 2014-2034: o futuro do desenvolvimento tecnológico da agricultura brasileira: síntese / Embrapa.* – Brasília, DF: Embrapa, 2014. 53 p.

**MAPA** - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. Plano Agrícola e Pecuário 2014 / 2015. Brasília – DF, Jun/2014.

**SBIAGRO** – Associação Brasileira de Agroinformática. Disponível em <https://www.sbiagro.org.br/sbiagro/>. Acessado em 10/09/2017.

**VERGARA, S. C.** *Projetos e relatórios de pesquisa em administração.* São Paulo: Atlas, 2004. 96 p.